

تأثیر ترتیب تمرین ترکیبی (قدرتی و استقامتی) بر قدرت عضلانی، توان هوازی و ترکیب بدنی در زنان سالمند: یک کار آزمایی بالینی تصادفی

زهرا مردان پور شهرکردی^۱، ابراهیم بنی طالبی^۱، محمد فرامرزی^{۱*}، لاله باقری^۲، الهام مردان پور شهرکردی^۳

^۱گروه تربیت بدنی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران؛ ^۲دانشجو، گروه تربیت بدنی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران؛ ^۳معاونت تحقیقات و فناوری،

دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۷

چکیده:

زمینه و هدف: تمرین ترکیبی به عنوان یک مداخله توانبخشی موثر برای بهبود عملکرد جسمانی در افراد سالمند توصیه شده است. هدف اصلی از انجام این مطالعه، تعیین تأثیر ترتیب تمرین ترکیبی (استقامتی و قدرتی) بر قدرت عضلانی، توان هوازی و ترکیب بدن زنان سالمند بوده است.

روش بررسی: در این مطالعه کارآزمایی بالینی تعداد ۴۰ نفر از زنان سالمند بازنشسته آموزش و پرورش انتخاب شدند و به طور تصادفی ساده به چهار گروه تمرین استقامتی + قدرتی (E+S) (n=۹)، قدرتی + استقامتی (S+E) (n=۱۰)، ترکیبی چرخشی (CI) (n=۱۲) و کنترل (n=۹) تقسیم شدند. برنامه های تمرینی برای گروه های تجربی به مدت ۸ هفته و ۳ روز در هفته انجام شد. قبل از شروع تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی ویژگی های آنتروپومتریکی شامل: قد، وزن، شاخص توده بدن (BMI)، محیط دور کمر، محیط دور باسن، نسبت کمر به باسن (WHR)، حداکثر اکسیژن مصرفی (VO₂max) و درصد چربی آزمودنی ها اندازه گیری و مقایسه شد.

یافته ها: تمامی شرکت کنندگان، در مطالعه شرکت و مطالعه را به پایان رساندند. بین تأثیر تمرینات ترکیبی با آرایش های مختلف در میزان کسب قدرت پایین تنه (P<۰/۰۰۱) و VO₂max (P=۰/۰۲۹) اختلاف معنی داری وجود داشت. ترتیب تمرین منجر به اختلاف معنی داری در وزن (P=۰/۰۱۷)، BMI (P=۰/۰۲۳) و محیط کمر (P=۰/۰۰۶) شد؛ همچنین، افزایش معنی دار قدرت بالا تنه فقط در گروه های E+S و CI و قدرت پایین تنه در همه گروه های تمرین ترکیبی مشاهده شد (P<۰/۰۵).

نتیجه گیری: بر اساس یافته های این مطالعه، تمرینات ترکیبی با ترتیب مختلف برای بهبود قدرت عضلانی، توان هوازی و ترکیب بدنی در زنان سالمند توصیه می شود. مستقل از ترتیب تمرین، برنامه تمرینی تحقیق حاضر منجر به تغییرات مثبت در ترکیب بدن و آمادگی جسمانی در زنان سالمند شد.

واژه های کلیدی: تمرین ترکیبی، قدرت عضلانی، توان هوازی، ترکیب بدنی، سالمندی.

مقدمه:

بیماری های قلبی- عروقی می شوند (۵). مطالعات مختلفی نشان داده اند فعالیت استقامتی می تواند توده چربی را کاهش و مقاومت عضلات به خستگی را افزایش دهد و به سازگاری های مرکزی و محیطی منجر می شود که باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (Maximum Oxygen Uptake= VO₂max) و توانایی

از لحاظ بیولوژیکی افزایش سن با کاهش در ظرفیت توسعه نیرو و توان (۱) کاهش در آمادگی قلبی- تنفسی (۲) و در نهایت کاهش ظرفیت عملکردی همراه است (۳، ۴). تحلیل رفتن عضلات، کاهش ظرفیت استقامتی و ضعف عضلانی در فرایند سالمندی، همه منجر به کاهش فعالیت بدنی و سرانجام منجر به بروز، بیماری هایی مانند،

عضلات اسکلتی برای تولید انرژی از طریق متابولیسم اکسیداتیو بدون افزایش قدرت و هیپرتروفی عضلانی گردد. در حالی که فعالیت مقاومتی در طول سالمندی می تواند قدرت، توده بدون چربی و توان عضلات اسکلتی را بدون تغییر در VO_{2max} افزایش دهد (۸-۶). تمرین قدرتی و استقامتی، عملکرد و وضعیت سلامت را توسط تغییر در ترکیب بدن افزایش می دهند. از این رو، تجویز هر دو تمرین قدرتی و استقامتی برای بهبود ظرفیت عملکردی و ترکیب بدن در افراد سالمند توصیه شده است (۹).

ترکیب همزمان تمرین استقامتی و مقاومتی در برنامه های تمرینی منظم، تمرین ترکیبی (موازی) نامیده می شود. مطالعه ی تأثیر ترکیب تمرین قدرتی و استقامتی بر توان هوازی و استقامت کوتاه مدت از سال ۱۹۸۰ شروع شد (۱۰). به علت اختصاصی بودن آثار تمرین، ترکیب هر دو تمرین استقامتی و مقاومتی برای عملکرد بدنی مطلوب و سلامتی در افراد سالمند توصیه شده است (۹). به نظر می رسد، مکانیسم های سازگاری مولکولی و ژنتیکی القا شده توسط تمرین مقاومتی و استقامتی متفاوت هستند، با هر نوع از فعالیت ورزشی مجموعه ای از مسیرهای سیگنالینگ سلولی و ژن های ویژه ای فعال می شوند (۱۰). ترکیب تمرین قدرتی و استقامتی (S+E) در افراد سالمند برای بهبود آمادگی جسمانی، ترکیب بدن و وضعیت متابولیکی موثرتر از هر کدام از روش های تمرینی به تنهایی است (۱۱-۱۳). برعکس، تعدادی از مطالعات، هنگامی که تمرین استقامتی را به تمرین قدرتی در یک برنامه تمرین ترکیبی اضافه کردند، اختلال در بهبود عوامل آمادگی جسمانی را مشاهده کردند (۸، ۱۴).

تمرین مقاومتی شدید به بیورنر می تواند کندریایی منجر نمی شود و سطح مقطع بزرگتر تارها مسافت انتشار اکسیژن و سوسترها را افزایش می دهد؛ بنابراین، با توجه به تغییر در محیط عضله، این سازگاری، مطلوب ظرفیت استقامتی نیست (۱۵). بخش عمده مطالعات تمرین ترکیبی ثابت کرده اند که تمرین ترکیبی از توسعه قدرت جلوگیری می کند. به هر صورت پژوهشگران سعی در درک این پدیده هستند که چرا این پدیده وجود دارد (۱۶).

ترتیب تمرین، یعنی ترتیبی که تمرین قدرتی و استقامتی انجام می شود، که این ترتیب ممکن است بر سازگاری های ناشی از تمرین نیز تأثیر داشته باشد. اگرچه، تنها مطالعات اندکی گزارش کرده اند که در یک جلسه تمرین، آیا تمرین قدرتی باید قبل از تمرین استقامتی انجام شود یا برعکس. در تحقیقی که دو ترتیب تمرین وزنه و دوچرخه سواری حاد را با یکدیگر مقایسه کردند، مشاهده شد ترتیب وزنه به همراه دوچرخه دارای نسبت تستسترون به کورتیزول (T/C) کمتری در مقایسه ترتیب دوچرخه به همراه وزنه بود (۱۷). در تحقیق دیگری نشان داده شد که یک جلسه تمرین با ترتیب متفاوت منجر به اختلاف معنی داری در نسبت T/C گردید به طوری که تمرین قدرتی- استقامتی در مقایسه با استقامتی- قدرتی منجر به کاهش بیشتر در نسبت T/C شد (۱۸). پس به نظر می رسد که ترتیب تمرین استقامتی- قدرتی استرس متابولیکی کمتری ایجاد می کند؛ همچنین ترتیب تمرینات می تواند بر شاخص های سرمی آسیب عضلانی تأثیر بگذارد. در تحقیقی که تمرین استقامتی + قدرتی با تمرین قدرتی تنها مقایسه شد، مشاهده شد که اضافه کردن بخش استقامتی قبل از یک جلسه تمرین قدرتی می تواند منجر به افزایش و تقویت یک محیط آنابولیکی شود (۱۹). در تحقیق دیگری نشان داده شد، انجام تمرینات قدرتی قبل از استقامتی در تمرینات ترکیبی منجر به افزایش بیشتر در قدرت پایین تنه و همچنین تغییرات بیشتر در اقتصاد عصبی عضلانی (عضله راست رانی) در افراد مسن می شود (۲۰)؛ همچنین در تحقیق دیگری که پس از یک وهله تمرین ترکیبی در عضله پهن جانبی مردان انجام شد، نشان داد که انجام تمرین استقامتی قبل از قدرتی ممکن است، پاسخ های آنابولیکی را کاهش دهد، در صورتی که انجام تمرین استقامتی بعد از قدرتی ممکن است عوامل التهابی و تجزیه پروتئین را افزایش دهد (۲۱). یک جلسه تمرین ترکیبی با ترتیب مقاومتی- استقامتی (S+E) و استقامتی- مقاومتی (E+S) پاسخ های هورمونی و عصبی- عضلانی متفاوتی ایجاد می کند که در مردان میزان کورتیزول پس از تمرین استقامتی- مقاومتی افزایش یافت؛ همچنین غلظت تستوسترون به طور قابل توجهی کمتر از تمرین مقاومتی-

برای همگنی گروه ها در پیش آزمون از آزمون لون استفاده شد که P بیشتر از ۰/۰۵ شد و گروه ها همگن بودند.

شرکت کنندگان از طریق تماس با آموزش و پرورش شهرستان شهرکرد وارد مطالعه شدند. ملاک ورود به مطالعه شامل عدم مصرف هر نوع دارو، عدم ابتلا به بیماری های مزمن، عدم سابقه فعالیت بدنی منظم در یک سال قبل از آغاز پژوهش و داشتن سطح سلامت عمومی جسمانی و روانی بود. ملاک خروج از مطالعه نیز شامل سابقه ابتلا به بیماری های قلبی- عروقی، سرطان، فشار خون، دیابت، بیماری های تیروئیدی، اعتیاد به هر گونه دخانیات، الکل و مواد مخدر، اختلالات هورمونی، بیماری های کلیوی و کبدی، جراحی و هر گونه مداخله درمانی مؤثر بر نتایج آزمایشگاهی بود.

کلیه شرکت کنندگان اطلاعات مکتوب در خصوص پژوهش را دریافت نموده و پس از مطالعه، از آن ها درخواست شد رضایت نامه کتبی را امضا نمایند؛ همچنین پژوهش حاضر زیر نظر پزشک متخصص و متخصصان فیزیولوژی ورزشی انجام گردید و کلیه آزمودنی ها با تکمیل پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی (PARQ) و پرسشنامه پیشینه پزشکی هیچ گونه پیشینه بیماری های قلبی و عروقی، فشار خون بالا، دیابت، بیماری های کلیوی نداشتند. در ضمن آزمودنی ها در یک جلسه با نحوه انجام فعالیت ورزشی آشنا شدند.

قبل از شروع تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی قد، وزن، شاخص توده بدن (BMI)، محیط دور کمر، محیط دور باسن، نسبت کمر به باسن (WHR)، حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) و درصد چربی آزمودنی ها اندازه گیری شد. اطلاعات مربوط به قد، محیط دور کمر و دور باسن آزمودنی ها با استفاده از متر نواری اندازه گیری شد. اندازه گیری وزن افراد نیز با لباس سبک، بدون کفش و با ترازوی دیجیتال مدل سکا (ساخت کشور آلمان) صورت گرفت و اندازه دور کمر از بالای ناف و در قسمت گودی کمر آن ها اندازه گیری شد، شاخص توده بدن (BMI) از تقسیم وزن بر حسب کیلوگرم به مجذور قد بر حسب متر محاسبه شد.

استقامتی بود. در این تحقیق به نظر می رسد میزان تستوسترون، کورتیزول و هورمون رشد تحت تأثیر ترتیب تمرین ترکیبی قرار گرفتند، در صورتی که عامل رشد شبه انسولین ۱- (IGF-1) و پروتئین اتصال به عامل رشد شبه انسولین ۳- (IGFBP3) تحت تأثیر ترتیب تمرین قرار نگرفت (۲۲). احتمالاً تناقص در نتایج مطالعات تمرین ترکیبی به عوامل مختلفی چون روش های تمرین، شدت، حجم، تواتر تمرین و ترتیبی که این دو تمرین انجام می شود، بستگی دارد.

با توجه به مطالعات انجام شده، بعید است که ترتیب تمرین مستقل از میزان سازگاری قدرت و استقامت باشد. در نتیجه، برای تعیین تأثیری که ترتیب تمرین در پاسخ و سازگاری به تمرین دارد، نیاز به مطالعات بیشتری است. علاوه بر این، به منظور پیشگیری از تأثیرات بر جای مانده از خستگی یا منابع دیگر از تداخل، زمانبندی جلسات تمرین نیاز به بررسی دارد. از طرف دیگر در مجموع مطالعات انجام شده در مورد تأثیر ترتیب تمرین ترکیبی بر قدرت عضلات و ظرفیت هوازی محدود است. لیکن با توجه به اهمیت مطالب ذکر شده، این تحقیق در نظر دارد، به بررسی تأثیر ترتیب تمرین ترکیبی (قدرتی و استقامتی) بر قدرت عضلانی، توان هوازی و ترکیب بدنی زنان سالمند بپردازد.

روش بررسی:

تحقیق حاضر از نوع کارآزمایی بالینی با سه گروه آزمون و یک گروه کنترل با پیش آزمون و پس آزمون بود. جامعه آماری این پژوهش را زنان سالمند بازنشسته آموزش و پرورش ناحیه ۱ شهرستان شهرکرد در سال ۱۳۹۲ تشکیل دادند. در این مطالعه جامعه آماری شامل ۸۰ زن سالمند بود که پس از سرشماری تعداد ۱۴ نفر از آن ها با توجه به معیار ورودی از تحقیق حذف گردید. نظر به اینکه در ابتدای کار نیز ۶ نفر به دلایل شخصی انصراف دادند، ۶۰ نفر (میانگین سنی: 60.34 ± 0.82 سال) به عنوان حجم نمونه انتخاب که به طور تصادفی به چهار گروه تمرین استقامتی + قدرتی ($n=15$)، قدرتی + استقامتی ($n=15$)، ترکیبی چرخشی ($n=15$) و کنترل ($n=15$) تقسیم شدند.

برای محاسبه درصد چربی بدن، ابتدا ضخامت چربی زیر پوستی سه نقطه‌ای سه سر بازو، روی ران و فوق خاصره آزمودنی‌ها با استفاده از کالپر (بیس لاین ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شده و سپس با استفاده از فرمول درصد چربی بدن محاسبه شد؛ همچنین درصد چربی هر نقطه سه مرتبه و به صورت چرخشی اندازه‌گیری شد (۲۳).

برای برآورد حداکثر قدرت، ابتدا آزمودنی با انتخاب وزنه‌های بسیار سبک خود را گرم کرده و سپس طبق برآورد خود آزمودنی وزنه‌ای انتخاب شد که آزمودنی بتواند حداقل یکبار و حداکثر ۱۰ بار آن را به صورت کامل و صحیح بلند کند. با جایگذاری مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول زیر، قدرت بیشینه آزمودنی در هر حرکت به دست آمد (۲۳). حرکت پرس سینه را به عنوان حداکثر قدرت بالا تنه و حرکت جلو ران را به عنوان حداکثر قدرت پایین تنه انتخاب کردیم.

$$\text{One repetition max} = \frac{1}{0.278} \times (0.278 \times \text{تعداد تکرارها} - 0.278)$$

برای برآورد VO_2max آزمودنی‌ها، از آزمون اصلاح شده بروس بر روی نوارگردان استفاده گردید (۲۳). بر این اساس $\text{VO}_2\text{max} = 2/282 (\text{time}) + 8/545$ که در این فرمول time کل زمان طی شده می باشد.

برنامه های تمرینی به مدت ۸ هفته از تمرینات ساده به مشکل و از شدت کم به شدت بالا با در نظر گرفتن اصل اضافه بار و افزایش شدت تمرین بود. برنامه ی تمرینی هوازی شامل کار بروی دوچرخه کارسنج با شدت ۶۱ درصد حداکثر ضربان قلب (MHR) به مدت ۱۶ دقیقه در هفته‌ی اول بود که به ۸۸ درصد MHR به مدت ۳۰ دقیقه در هفته‌ی هشتم رسید. همچنین در رابطه با کنترل شدت تمرین، این کار با تعیین ضربان قلب آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات، حین اجرا و پس از انجام فعالیت در هر جلسه توسط پژوهشگران با استفاده از ضربان سنسج پولار انجام شد (۲۴).

برنامه‌ی تمرینی مقاومتی شامل پرس سینه، جلو ران، پشت ران، کشش زیر بغل، جلو بازو و

کشش دو طرفه به پایین در برگیرنده‌ی عضلات بزرگ بالا تنه و پایین تنه بود. برنامه‌ی تمرین این گروه از ۲ دور با ۱۶-۱۸ تکرار و ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه در ابتدای دوره به ۳ دور با ۸-۱۰ تکرار و ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه و با استراحت های ۲ دقیقه ای در پایان دوره‌ی تمرینی رسید (۲۴، ۲۵).

گروه تمرینی استقامتی + مقاومتی (E+S) در ابتدا برنامه تمرین استقامتی را انجام دادند و پس از ۲ دقیقه استراحت برنامه تمرین قدرتی را انجام دادند. گروه تمرین مقاومتی + استقامتی (S+E) در ابتدا برنامه تمرین قدرتی و پس از ۲ دقیقه استراحت برنامه تمرین استقامتی را انجام دادند و گروه ترکیبی چرخشی (CI)، به صورت چرخشی (E+S+E+S+E+S) برنامه تمرین را انجام دادند، بدین صورت که برنامه قدرتی به سه قسمت و زمان برنامه استقامتی هم به سه قسمت تقسیم شد (۲۶). به طور خلاصه برنامه تمرین ترکیبی در یک جلسه در سه گروه تمرینی به صورت زیر بود.

تمرینی استقامتی - مقاومتی: به ترتیب شامل گرم کردن، تمرین استقامتی، سرد کردن، ریکاوری (۲ دقیقه)، تمرین مقاومتی و سرد کردن؛ تمرین مقاومتی - استقامتی: به ترتیب شامل گرم کردن، تمرین مقاومتی، سرد کردن، ریکاوری (۲ دقیقه)، تمرین استقامتی و سرد کردن؛ تمرین ترکیبی چرخشی: به ترتیب شامل گرم کردن، ۱/۳ تمرین استقامتی، ریکاوری (۲ دقیقه)، ۱/۳ تمرین مقاومتی، ۱/۳ تمرین استقامتی، ریکاوری (۲ دقیقه)، ۱/۳ تمرین مقاومتی، ۱/۳ تمرین استقامتی، ریکاوری (۲ دقیقه)، ۱/۳ تمرین مقاومتی و سرد کردن.

پس از کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی اثر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته از آزمون تی وابسته و تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد و در صورت معنی داری از آزمون تعقیبی توکی برای تعیین تفاوت بین گروه‌ها استفاده شد. تمام عملیات آماری تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS و سطح معنی داری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها:

در مجموع ۲۰ آزمودنی از تحقیق خارج شدند و ۴۰ نفر (گروه تمرین استقامتی + قدرتی ۹ نفر، قدرتی + استقامتی ۱۰ نفر، ترکیبی چرخشی ۱۲ نفر و کنترل ۱۵ نفر) تحقیق را به پایان رساندند. نتایج این تحقیق نشان داد وزن و شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن، محیط دور کمر و محیط دور باسن در گروه های تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش یافته است ($P < 0.05$)؛ همچنین مشاهده شد که مقدار Vo_{2max} در گروه های تجربی افزایش

معنی داری داشت ($P < 0.05$)، بعلاوه، داده ها نشان داد که هشت هفته تمرین ترکیبی منجر به افزایش معنی دار قدرت بالاتنه فقط در گروه های تمرین ترکیبی استقامتی + مقاومتی (E+S) و ترکیبی چرخشی (CI) و قدرت پایین تنه در همه گروه های تمرین ترکیبی گردید ($P < 0.05$). نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد، در متغیر وزن، BMI، محیط دور کمر، Vo_{2max} و قدرت پایین تنه بین گروه ها اختلاف معنی داری وجود دارد ($P < 0.05$ ، جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱: مقایسه تغییرات ویژگی های آنترپومتریکی آزمودنی ها قبل و بعد از مداخله و بین گروه ها

تغییرها	گروه ها	پیش آزمون	پس آزمون	P درون گروهی	P بین گروهی
وزن (kg)	E+S	۷۴/۶۶±۴/۶۸	۷۲/۷۷±۴/۶۷	۰/۰۰۵	۰/۰۱۷
	S+E	۷۰/۸۰±۳/۹۰	۶۸/۶۰±۳/۸۶	۰/۰۰۳	
	CI	۶۶/۴۱±۲/۶۹	۶۴/۴۱±۲/۴۴	<۰/۰۰۱	
	Con	۷۶/۸۸±۳/۷۸	۷۶/۶۶±۴/۰۵	۰/۰۵۱	
شاخص توده بدن (kg/m^2)	E+S	۲۹/۸۹±۱/۲۰	۲۹/۱۲±۱/۲۱	۰/۰۰۵	۰/۰۲۳
	S+E	۲۹/۲۳±۱/۷۱	۲۸/۳۰±۱/۵۶	۰/۰۰۳	
	CI	۲۷/۵۷±۰/۹۲	۲۶/۷۶±۰/۸۶	<۰/۰۰۱	
	Con	۳۱/۷۵±۰/۹۱	۳۱/۶۳±۱/۰۱	۰/۰۴۲	
درصد چربی	E+S	۳۰/۴۹±۱/۰	۲۶/۹۰±۱/۴۷	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۸
	S+E	۳۱/۶۶±۱/۳۵	۲۷/۷۷±۱/۳۰	<۰/۰۰۱	
	CI	۳۰/۶۵±۱/۰۵	۲۷/۸۸±۰/۹۵	<۰/۰۰۱	
	Con	۲۸/۵۰±۰/۹۲	۲۷/۵۰±۱/۰	۰/۰۰۸	
محیط دور کمر (cm)	E+S	۹۸/۳۳±۳/۰۸	۹۳/۴۴±۳/۰۳	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۶
	S+E	۹۵/۴۰±۳/۰۸	۹۲/۵۰±۳/۱۸	۰/۰۰۸	
	CI	۹۳/۵۰±۲/۶۴	۹۰/۲۵±۳/۰۸	۰/۰۰۳	
	Con	۹۷/۴۴±۴/۳۶	۹۷/۰۰±۴/۵۳	۰/۰۲۲	
محیط دور باسن (cm)	E+S	۱۰۷/۶۶±۲/۹۲	۱۰۴/۳۳±۳/۴۶	۰/۰۲۶	۰/۰۱۷
	S+E	۱۰۸/۰۰±۰/۰۱	۱۰۵/۰۰±۳/۴۰	۰/۰۰۹	
	CI	۱۰۰/۸۳±۱/۸۸	۹۸/۲۵±۱/۷۳	۰/۰۰۲	
	Con	۱۰۹/۷۷±۲/۶۳	۱۰۹/۱۱±۲/۷۴	۰/۰۳۱	
محیط دور کمر به باسن (cm)	E+S	۰/۹۱±۰/۰۱	۰/۸۹±۰/۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۵۵
	S+E	۰/۸۸±۰/۰۱	۰/۸۸±۰/۰۱	۰/۰۸۰	
	CI	۰/۹۲±۰/۰۱	۰/۹۱±۰/۰۲	۰/۰۳۲	
	Con	۰/۸۸±۰/۰۲	۰/۸۸±۰/۰۲	۰/۰۸۳	
Vo_{2max} (ml/kg)	E+S	۲۹/۰۷±۱/۸۸	۳۴/۰۱±۲/۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۲۹
	S+E	۲۴/۶۰±۱/۳۵	۳۱/۸۱±۱/۰۵	۰/۰۰۳	
	CI	۲۳/۷۰±۱/۷۸	۲۷/۹۳±۲/۱۸	۰/۰۲۴	
	Con	۲۴/۷۷±۳/۰۳	۲۴/۲۵±۳/۰۱	۰/۰۴۳	
قدرت بالاتنه	E+S	۱۷/۱۱±۳/۴۶	۲۵/۶۶±۳/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷
	S+E	۲۸/۶۰±۱/۸۸	۳۰/۳۰±۲/۲۲	۰/۰۰۶	
	CI	۱۸/۵۸±۲/۳۲	۲۵/۰۸±۳/۴۲	۰/۰۲۵	
	Con	۱۸/۳۳±۳/۲۲	۱۸/۸۸±۳/۰۹	۰/۰۳۴	
قدرت پایین تنه	E+S	۲۹/۶۶±۵/۳۷	۶۷/۲۲±۷/۷۳	۰/۰۰۲	<۰/۰۰۱
	S+E	۲۶/۴۰±۳/۳۹	۶۸/۵۰±۷/۸۷	<۰/۰۰۱	
	CI	۳۰/۲۵±۵/۲۵	۵۱/۹۱±۸/۷۸	۰/۰۱۴	
	Con	۳۲/۷۷±۴/۵۷	۳۴/۶۶±۴/۲۵	۰/۰۱۸	

داده ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار می باشد؛ E+S ابتدا تمرین استقامتی بعد تمرین قدرتی، S+E: ابتدا تمرین قدرتی بعد تمرین استقامتی، CI: قدرتی - استقامتی به طور متناوب، Con: آزمودنی هایی که در برنامه تمرینی شرکت نکردند؛ Vo_{2max} حداکثر اکسیژن مصرفی؛ در P بین گروهی، دلتا (اختلاف) پیش آزمون و پس آزمون بین گروه ها گرفته شده است.

مقاومتی + استقامتی و کنترل در متغیر VO_{2max} تفاوت معنی داری وجود دارد ($P < 0/05$)؛ همچنین بین گروه استقامتی + مقاومتی و کنترل، مقاومتی + استقامتی و ترکیبی چرخشی، مقاومتی + استقامتی و کنترل اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0/05$)، جدول شماره ۲).

نتایج آزمون تعقیبی توکی برای تعیین تفاوت بین گروه‌ها نشان داد، بین گروه مقاومتی + استقامتی و کنترل، ترکیبی چرخشی و کنترل در متغیر وزن و بین گروه استقامتی + مقاومتی و کنترل در متغیر BMI، بین گروه استقامتی + مقاومتی و کنترل در متغیر دور کمر و بین گروه

جدول شماره ۲: مقایسه تفاوت بین گروه‌ها بر اساس آزمون تعقیبی توکی

متغیرها	وزن	شاخص توده بدن	محیط دور کمر	VO_{2max}	قدرت پایین تنه	گروه‌ها
S+E	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۳۱	۰/۷۰	۰/۴۵	E+S
CI	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۴۵	۰/۹۸	۰/۳۴	
کنترل	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۰۳	۰/۱۹	۰/۰۰۶	
E+S	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۳۱	۰/۷۰	۰/۴۵	S+E
CI	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۴۳	۰/۰۱	
کنترل	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۰۱	<۰/۰۰۱	
E+S	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۴۵	۰/۹۸	۰/۳۴	CI
S+E	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۴۳	*۰/۰۱	
کنترل	۰/۰۳	۰/۰۵۴	۰/۰۶	۰/۲۸	۰/۱۷	
E+S	۰/۰۷	۰/۱۰	*۰/۰۰۳	۰/۱۹	۰/۰۰۶	کنترل
S+E	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۰۱	<۰/۰۰۱	
CI	*۰/۰۳	۰/۰۵۴	۰/۰۶	۰/۲۸	۰/۱۷	

S+E: ابتدا تمرین استقامتی بعد تمرین قدرتی، S+E: ابتدا تمرین قدرتی بعد تمرین استقامتی، CI: قدرتی - استقامتی به طور متناوب، کنترل: آزمودنی‌هایی که در برنامه تمرینی شرکت نکردند؛ Vo_{2max} : حداکثر اکسیژن مصرفی.

بحث:

افزایش در هورمون‌های آنابولیکی می‌باشد (۲۷). مکانیزم‌های احتمالی افزایش قدرت ناشی از تمرین استقامتی می‌تواند با سازگاری‌های عصبی عضلانی و بهبود در توزیع جریان خون عضلانی مرتبط باشد که در نتیجه‌ی انجام تمرین استقامتی اتفاق می‌افتد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقاتی همخوانی داشت (۱۴، ۲۸، ۲۹). در یکی از این تحقیقات همسو نشان داده شد که بعد از ۲۴ هفته تمرین قدرتی و استقامتی، افزایش در کل توده عضلانی بدن می‌تواند اساساً به افزایش در توده عضلانی پا نسبت داده شود (۳۰). در مطالعه‌ی حاضر، توده عضلانی بالاتنه در هر سه گروه تمایل به افزایش داشت؛ اما فقط در گروه استقامتی + مقاومتی و ترکیبی چرخشی افزایش معنی داری مشاهده شد. دلیل روشنی برای این موضوع وجود ندارد. ممکن است دلیل آن به

نتایج پژوهش حاضر افزایش معنی داری را در قدرت بیشینه‌ی پایین تنه تمامی گروه‌های تمرینی و افزایش معنی داری را در قدرت بالاتنه گروه‌های استقامتی + مقاومتی و ترکیبی چرخشی نشان داد. همانطور که در جدول شماره ۲ ملاحظه می‌شود، بین گروه استقامتی + مقاومتی و کنترل، مقاومتی + استقامتی و ترکیبی چرخشی، همچنین مقاومتی + استقامتی و کنترل اختلاف معنی داری در افزایش قدرت پایین تنه وجود دارد. بر اساس این نتایج، انجام تمرین همزمان قدرتی و استقامتی در طول ۸ هفته اختلالی در کسب قدرت در تمامی گروه‌ها در افراد سالمند ایجاد نمی‌کند. مکانیزم افزایش قدرت ناشی از تمرین قدرتی به واسطه افزایش در تعدادی از ایمپالس‌های عصبی واحدهای حرکتی، افزایش در اندازه تار عضلانی نوع I و II و

خاطر این باشد که تمرین استقامتی با شدت و مدت متوسطی انجام شده باشد به طریقی که با تأثیر گرم کردن بدن مرتبط است. افزایش در دمای بدن، تحریک سیستم عصب مرکزی (CNS)، هماهنگی سیستم فیزیکی، افزایش جریان خون محیطی و تحویل اکسیژن به عضلات می تواند باعث بهبود قدرت گروه استقامتی + مقاومتی در مقایسه با گروه مقاومتی + استقامتی شود. هنگام اجرای تمرین قدرتی با یک نسبت پائینی از شدت بار، بیشترین تلاش در هر ست، به گروه استقامتی + مقاومتی و ترکیبی چرخشی اجازه‌ی تحریک ستر پروتئینی انقباضی در سطح مطلوب را می دهد که در نهایت به سطح تقریباً یکسانی از سازگاری مورفولوژیکی می انجامد (۲۸، ۳۳-۳۱).

نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقاتی که نشان دادند ترتیب تمرین تأثیر ویژه ای بر بهبود قدرت پائین تنه افراد ندارد، همخوانی ندارد (۲۰، ۳۶-۳۴). تصور می شود، تمرین استقامتی بر روی دو چرخه کارسنج به علت خستگی موضعی و سازگاری عصبی عضلانی منجر به کاهش توسعه نیروی پائین تنه می شود. احتمالاً علت افزایش بیشتر قدرت پائین تنه در گروه مقاومتی + استقامتی نسبت به گروه ترکیبی چرخشی و حتی استقامتی + مقاومتی به علت خستگی برجا مانده از تمرین استقامتی در این دو گروه باشد. علاوه بر این، کسب بیشتر قدرت در گروه مقاومتی + استقامتی ممکن است با سازگاری های عصبی ایجاد شده در این گروه مرتبط باشد. در تحقیقی علت افزایش بیشتر قدرت در گروه مقاومتی + استقامتی، ناشی از سازگاری عصبی بیان شده زیرا اقتصاد عصبی عضلانی عضله راست رانی در گروه مقاومتی + استقامتی بهبود پیدا کرد پیشرفت بیشتر در توده عضلانی پا را می توان با شدت یا حجم تمرین بالاتر برای عضلاتی حجیم تر از عضلات بالاتنه توضیح داد (۲۱). نتایج اخیر (۲۸) و نتایج این تحقیق نشان از اهمیت در نظر گرفتن تغییرات منطقه ای در وضعیت بدن بجای تغییرات کل بدن به تنهایی دارد.

علت متناقض بودن نتایج را می توان به متفاوت بودن شدت و حجم تمرین قدرتی و استقامتی در گروه های مختلف نسبت داد. علاوه بر این، وضعیت تمرینی افراد، جنسیت و سن و اندازه گیری قدرت بیشینه می تواند در نتایج تأثیرگذار باشند. نتایج نشان می دهد که انجام تمرین قدرتی قبل از تمرین استقامتی منجر به کسب قدرت پائین تنه بیشتر در افراد سالمند می شود. انجام تمرین استقامتی بلافاصله قبل از تمرین قدرتی ممکن است، تأثیر منفی بر عملکرد قدرتی پائین تنه بعد از آن داشته باشد؛ همچنین افزایش کمتر قدرت پائین تنه در گروه ترکیبی چرخشی و استقامتی + مقاومتی ممکن است ناشی از انجام کار کمتر در این دو گروه باشد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد درصد چربی و وزن بدن به طور معنی داری در هر سه گروه تمرینی کاهش یافت و تفاوتی بین ترتیب تمرین در کاهش درصد چربی و وزن بدن مشاهده نشد. بهبود ترکیب بدنی و کاهش معنی دار درصد چربی بدن در همه ی گروه های تمرینی امری طبیعی و قابل پیش بینی است. کاهش توده چربی و افزایش توده بدون چربی از اثرات مطلوب برنامه تمرینی است و به افزایش آمادگی جسمانی و سلامت کمک می کند. تمرین قدرتی و استقامتی توانایی های عملکردی و وضعیت سلامتی را با تغییر در ترکیب بدن افزایش می دهند. فعالیت بدنی براساس نوع، شدت و مدت فعالیت منجر به سازگاری های ویژه ای می شود. تمرین استقامتی با کاهش توده چربی بدن و تمرین قدرتی از طریق افزایش توده ی بدون چربی بدن به بهبود ترکیب بدنی کمک کرد. حجم تمرین از عوامل کلیدی در تغییر ترکیب بدنی است. از آنجا که حجم تمرین در گروه تمرین ترکیبی تقریباً ۲ برابر حجم تمرین مقاومتی و استقامتی به تنهایی است، آزمودنی ها احتمالاً از فواید مثبت هر دو نوع تمرین بهره گرفتند. در تحقیقی کاهش معنی دار درصد چربی بدن را فقط در گروه های تمرین ترکیبی مشاهده کردند (۳۷). بسیاری

از مطالعات نشان دادند انجام تمرین ترکیبی در یک جلسه منجر به افزایش بیشتر استفاده از چربی بدن می گردد؛ بنابراین می توان گفت تمرین ترکیبی روشی بسیار موثر و کارآمد در کاهش درصد چربی بدن و بهبود ترکیب بدنی است و ترتیب تمرین تأثیری در میزان کاهش درصد چربی بدن ندارد. در تحقیقی که تأثیر ترتیب تمرین ترکیبی در مردان سالمند بررسی شد، درصد چربی بدن بدون تفاوت در ترتیب تمرین کاهش یافت (۲۰)؛ همچنین، در تحقیق دیگری بیان شد ترتیب تمرین، تداخلی در هزینه انرژی در طول تمرین ایجاد نمی کند (۳۸).

در تحقیقات دیگری افزایش اندک یا عدم تغییر معنی دار وزن را پس از تمرین ترکیبی مشاهده نمودند (۲۵، ۳۷، ۳۹، ۴۰) که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارند. از آنجا که هدف برنامه تمرین قدرتی به کار رفته در این تحقیق ایجاد حداکثر هایپرتروفی نبوده است، شدت های به کار رفته در تحقیق حاضر ممکن است هایپرتروفی عضلانی خیلی کم یا عدم هایپرتروفی را در افراد سالمند به همراه داشته است. بقیه مطالعات، افزایش در توده عضلانی بزرگتری را با ترکیب تمرین قدرتی و استقامتی یک جلسه ای مشاهده کرده اند (۲۹، ۴۱، ۴۲).

افزایش وزن ممکن است ناشی از روش های متفاوتی باشد که به منظور تغییرات در ترکیب بدن ایجاد می شود. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات دیگری که کاهش معنی دار وزن را پس از تمرین ترکیبی مشاهده نمودند یکسان است (۲۸، ۳۲، ۴۳). هنگامی که تمرین ترکیبی در یک جلسه انجام می شود کاهش توده چربی و افزایش اندک یا عدم تغییر در توده بدون چربی منجر به تغییر در ترکیب بدن و نهایتاً کاهش وزن بدن می گردد.

هر سه گروه آزمودنی پژوهش حاضر افزایش معنی داری را در VO_{2max} از پیش آزمون تا پس آزمون نشان دادند و تفاوتی بین سه گروه تمرینی وجود نداشت. یافته های این تحقیق با نتایج تحقیقات دیگری که اثر تداخلی را در توسعه ی استقامت گزارش کرده اند،

مغایرت دارد (۳۲، ۳۶، ۳۷). از این رو مهم ترین عامل بروز تداخل در تمرینات ترکیبی در تحقیقات مذکور، بازیافت ناکافی گروه ترکیبی بود. از آنجا که در تحقیق حاضر آزمودنی ها از میان افراد سالمند غیرفعال انتخاب شده بودند و این آزمودنی ها VO_{2max} پایه در شروع تمرینات داشتند، افزایش VO_{2max} تمام گروه های تمرینی در نتیجه ی سازگاری تمرینی در این آزمودنی ها محتمل به نظر می رسد.

مطالعات قبلی که تأثیر ترتیب تمرین ترکیبی قدرتی و استقامتی بر VO_{2max} را بررسی کردند، نتایج متفاوتی بدست آوردند. در تحقیقی افزایش ۱۳/۶ درصدی برای گروه ES و ۱۰/۷ درصد افزایش برای گروه SE بیان کردند و مشخص شد که بهترین قطعیت برای سازگاری هوازی شامل تمرین استقامتی بدون خستگی قبلی است که تمرین قدرتی بدنبال آن می آید (۴۴).

در تحقیق دیگری VO_{2max} در گروه SE ۶/۷ درصد و در گروه ES ۶/۲ درصد افزایش یافت و مشاهده شد ترتیب تمرین ترکیبی هیچ تأثیری بر سازگاری هوازی ندارد (۳۴). در تحقیق دیگری بیان شد، تمرین ترکیبی که شروع آن با تمرین استقامتی باشد و بدنبال آن تمرین قدرتی انجام شود موجب محدودیت در افزایش VO_{2max} می شود در مقایسه با زمانی که جلسه تمرینی با تمرین قدرتی شروع شود و بدنبال آن تمرین استقامتی باشد، در حقیقت آن ها بیان کردند که تمرین SE بیشتر از ES در بهبود VO_{2max} موثر است (۳۶) که با نتیجه تحقیق حاضر همخوانی دارد. نتایج تحقیق حاضر علیرغم عدم تفاوت معنی داری بین سه گروه، اندکی افزایش VO_{2max} بیشتری را در گروه S+E نسبت به دو گروه دیگر نشان داد که در مقایسه با گروه کنترل نیز معنی دار بود. افزایش VO_{2max} در تحقیق حاضر می تواند به هر دو بخش تمرین ترکیبی مربوط باشد. تمرین استقامتی می تواند باعث افزایش فعالیت آنزیم های اکسایشی، افزایش اندازه، تعداد و حجم میتوکندری،

سالمند موثر است. برای مشاهده تفاوت های معنی دار پیشنهاد می گردد از دوره های تمرینی طولانی تری استفاده گردد.

تشکر و قدردانی:

این مقاله منتج از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته تربیت بدنی گرایش فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شهرکرد است که بدینوسیله از کلیه کسانی که در انجام این تحقیق به ما یاری رساندند تقدیر و تشکر می گردد. این مطالعه با شماره IRCT2014111819995N1 در مرکز ثبت کارآزمایی های بالینی ایران ثبت گردیده است.

افزایش تعداد تار عضلانی، افزایش تعداد پل عرضی عضله، افزایش محتوای میوگلوبین عضله شود که در نهایت باعث بهبود VO_{2max} می شود (۴۵). اگرچه تمرین قدرتی می تواند از طریق افزایش در تراکم مویرگ عضله، افزایش حجم خون و هموگلوبین باعث افزایش VO_{2max} شود.

نتیجه گیری:

با در نظر گرفتن نتایج موجود در تحقیق می توانیم، بیان کنیم که مستقل از ترتیب تمرین، برنامه تمرینی تحقیق حاضر منجر به تغییرات مثبت در ترکیب بدن و آمادگی جسمانی شد و برای حفظ سلامتی افراد

منابع:

1. Klein C, Rice C, Marsh G. Normalized force, activation, and coactivation in the arm muscles of young and old men. *J Appl Physiol*. 2001; 91(3): 1341-9.
2. Izquierdo M, Hakkinen K, Anton A, Garrues M, Ibanez J, Ruesta M, et al. Maximal strength and power, endurance performance, and serum hormones in middle-aged and elderly men. *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33(9): 1577-87.
3. Dorrens J, Rennie M. Effects of ageing and human whole body and muscle protein turnover. *Scand J Med Sci Sports*. 2003; 13(1): 26-33.
4. Häkkinen K, Pakarinen A. Muscle strength and serum testosterone, cortisol and SHBG concentrations in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand*. 1993; 148(2): 199-207.
5. Copeland JL, Chu SY, Tremblay MS. Aging, physical activity, and hormones in women-a review. *J Aging Phys Act*. 2004; 12(1): 101-16.
6. Sale D, MacDougall J, Jacobs I, Garner S. Interaction between concurrent strength and endurance training. *J Appl Physiol*. 1990; 68(1): 260-70.
7. Shamsipour Dp, Aslankhani M, Shams A. Effects of physical, mental and mixed practices on the static and dynamic balance of aged people. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2011; 12(4): 71-77.
8. Karavirta L, Häkkinen A, Sillanpää E, García-López D, Kauhanen A, Haapasaari A, et al. Effects of combined endurance and strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40–67-year-old men. *Scand J Med Sci Sports*. 2011; 1(3): 211-402.
9. Coffey VG, Hawley JA. The molecular bases of training adaptation. *Sports Med*. 2007; 37(9): 737-63.
10. Hickson RC. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *Eur J Appl Physiol*. 1980; 45(2-3): 255-63.
11. Sillanpää E, Häkkinen A, Nyman K, Mattila M, Cheng S, Karavirta L, et al. Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Med Sci Sports Exerc*. 2008; 40(5): 950-8.
12. Sillanpää E, Häkkinen A, Laaksonen D, Karavirta L, Kraemer W, Häkkinen K. Serum basal hormone concentrations, nutrition and physical fitness during strength and/or endurance training in 39–64-year-old women. *Int J Sports Med*. 2010; 31(02): 110-7.
13. Sillanpää E, Häkkinen A, Punnonen K, Häkkinen K, Laaksonen D. Effects of strength and endurance training on metabolic risk factors in healthy 40–65-year-old men. *Scand J Med Sci Sports*. 2009; 19(6): 885-95.

14. Sillanpää E, Laaksonen DE, Häkkinen A, Karavirta L, Jensen B, Kraemer WJ, et al. Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. *Eur J Appl Physiol.* 2009; 106(2): 285-96.
15. Yan Z, Okutsu M, Akhtar YN, Lira VA. Regulation of exercise-induced fiber type transformation, mitochondrial biogenesis, and angiogenesis in skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 2011; 110(1): 264-74.
16. Jones TW, Howatson G, Russell M, French DN. Performance and neuromuscular adaptations following differing ratios of concurrent strength and endurance training. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(12): 3342-3351.
17. Davis WJ, Wood DT, Andrews RG, Elkind LM, Davis WB. Concurrent training enhances athletes' strength, muscle endurance, and other measures. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(5): 1487-502.
18. Moradi H, Sasan RA, Sarraf VS. The effect of concurrent exercises on testosterone to cortisol ratio in non-athlete males. *Scholar Res Libr.* 2012; 3(6): 2776-2780.
19. Lundberg TR, Fernandez-Gonzalo R, Gustafsson T, Tesch PA. Aerobic exercise alters skeletal muscle molecular responses to resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2012; 44(9): 1680-8.
20. Cadore EL, Izquierdo M, Pinto SS, Alberton CL, Pinto RS, Baroni BM, et al. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. *Age (Dordr).* 2013; 35(3): 891-903.
21. Coffey VG, Pilegaard H, Garnham AP, O'Brien BJ, Hawley JA. Consecutive bouts of diverse contractile activity alter acute responses in human skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 2009; 106(4): 1187-97.
22. Taipale RS, Häkkinen K. Acute hormonal and force responses to combined strength and endurance loadings in men and women: the "order effect". *PloS one.* 2013; 8(2): e55051.
23. Coburn JW, Malek MH. NSCA's essentials of personal training: USA: Human Kinetics; 2012.
24. Tang Q-h, Xie X-r. Research of the physical function and fitness of elder intellectuals by health Qigong BaDuanJin. *J Physical Edu Institute of Shanxi Teachers Univ.* 2008; 1: 43.
25. Cadore E, Pinto R, Lhullier F, Correa C, Alberton C, Pinto S, et al. Physiological effects of concurrent training in elderly men. *Int J Sports Med.* 2010; 31(10): 689-97.
26. Di Blasio A, Gemello E, Di Iorio A, Di Giacinto G, Celso T, Di Renzo D, et al. Order effects of concurrent endurance and resistance training on post-exercise response of non-trained women. *J Sports Sci Med.* 2012; 11(3): 393-9.
27. Fyfe JJ, Bishop DJ, Stepto NK. Interference between concurrent resistance and endurance exercise: molecular bases and the role of individual training variables. *J Sports Med.* 2014; 44(6): 743-62.
28. Nindl BC, Harman EA, Marx JO, Gotshalk LA, Frykman PN, Lammi E, et al. Regional body composition changes in women after 6 months of periodized physical training. *J Appl Physiol.* 2000; 88(6): 2251-9.
29. Cadore EL, Izquierdo M, Alberton CL, Pinto RS, Conceição M, Cunha G, et al. Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. *Exp Gerontol.* 2012; 47(2): 164-9.
30. Donges CE, Duffield R. Effects of resistance or aerobic exercise training on total and regional body composition in sedentary overweight middle-aged adults. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012; 37(3): 499-509.
31. Fleck SJ, Mattie C, Martensen III HC. Effect of resistance and aerobic training on regional body composition in previously recreationally trained middle-aged women. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2006; 31(3): 261-70.
32. Dolezal BA, Potteiger JA. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *J Appl Physiol.* 1998; 85(2): 695-700.
33. Ali-Mohamadi M, Abbaspoor M, Rahimi R, Hakimi M. The influence of order execution components of the strength and endurance in the concurrent training on lipid profile and body composition in overweight females. *World Appl Sci J.* 2014; 29(7): 946-53.

34. Collins MA, Snow TK. Are adaptations to combined endurance and strength training affected by the sequence of training? *J Sports Sci.* 1993; 11(6): 485-91.
35. Chtara M, Chaouachi A, Levin GT, Chaouachi M, Chamari K, Amri M, et al. Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(4): 1037-45.
36. Gravelle BL, Blessing DL. Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. *J Strength Cond Res.* 2000; 14(1): 5-13.
37. Glowacki SP, Martin SE, Maurer A, Baek W, Green JS, Crouse SF. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(12): 2119-2127.
38. Alves J, Saavedra F, Simão R, Novaes J, Rhea MR, Green D, et al. Does aerobic and strength exercise sequence in the same session affect the oxygen uptake during and postexercise? *J Strength Cond Res.* 2012; 26(7): 1872-8.
39. McCarthy JP, Pozniak MA, Agre JC. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34(3): 511-9.
40. Shaw B, Shaw I. Compatibility of concurrent aerobic and resistance training on maximal aerobic capacity in sedentary males: cardiovascular topics. *Cardiovasc J Afr.* 2009; 20(2): 104-6.
41. Sale D, Jacobs I, MacDougall J, Garner S. Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc.* 1990; 22(3): 348-56.
42. Lundberg TR, Fernandez-Gonzalo R, Gustafsson T, Tesch PA. Aerobic exercise does not compromise muscle hypertrophy response to short-term resistance training. *J Appl Physiol.* 2013; 114: 81-89.
43. Gergley JC. Comparison of two lower-body modes of endurance training on lower-body strength development while concurrently training. *J Strength Cond Res.* 2009; 23(3): 979-87.
44. Chtara M, Chamari K, Chaouachi M, Chaouachi A, Koubaa D, Feki Y, et al. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *Br J Sports Med.* 2005; 39(8): 555-60.
45. Kenney WL, Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*, 5E. USA: Human kinetics; 1999.

The effect of sequence order of combined training (resistance and endurance) on strength, aerobic capacity and body composition in older women: a randomized clinical trial

Mardanpour-Shahrekordi Z¹, Banitalebi E¹, Faramarzi M^{1*}, Bagheri L², Mardanpour-Shahrekordi E³

¹Physical Education Dept., Shahrekord University, Shahrekord, I.R. Iran; ²Student, Physical Education Dept., Shahrekord University, Shahrekord, I.R. Iran; ³Research and Technology Dept., Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, I.R. Iran.

Received: 22/Jun/2014 Accepted: 28/Des/2014

Background and aims: Combined training has been recommended as an effective rehabilitation intervention to improve physical functional in elderly. The aim of this study was to investigate the effect of sequence order of combined training (resistance and endurance) on strength, aerobic capacity and body composition in older women.

Methods: In this randomized clinical trial, 40 retired elderly women of education were selected and randomly divided into four groups, endurance + strength (E+S) (n=9), strength + endurance (S+E) (n=10), circulation concurrent (CI) (n=12) and control (n=9) groups. Training program was performed for eight week, 3 times per week. Differences were analyzed by paired samples t-test Within-group and differences were analyzed between groups by one-way ANOVA.

Results: The results showed that there were significant differences between effect of training with different sequence order in lower body strength ($P=0.001$) and VO2 max ($P=0.029$). Sequence order caused to different effect on weight ($P=0.017$), BMI ($P=0.023$) and waist circumference ($P=0.006$). Also, a significant increase were observed in upper body strength only in CI and E+S groups and lower body strength in all groups of combined training ($P<0.05$).

Conclusion: According these results, combination of strength and endurance training with different order are recommended to improve strength, aerobic capacity and body composition in old women. Independent of the training sequence, the current training program caused positive changes in body composition and physical fitness.

Key words: Combined training, Strength, Aerobic power, Body composition, Elderly.

Cite this article as: Mardanpour-Shahrekordi Z, Banitalebi E, Faramarzi M, Bagheri L, Mardanpour-Shahrekordi E. The effect of sequence order of combined training (resistance and endurance) on strength, aerobic capacity and body composition in older women: a randomized clinical trial. J Shahrekord Univ Med Sci. 2015; 17(3): 1-12.

***Corresponding author:**

Physical Education Dept., Shahrekord University, Shahrekord, I.R. Iran, Tel: 00989133040196,
E-mail: md.faramarzi@gmail.com